

ヒノキ人工林における蒸散量の推定 —樹液流計測を用いた検討—

○鶴田健二（京大農）・小杉賢一郎（京大農兼 JST）・

正岡直也・吉藤奈津子・水山高久（京大農）

1. 背景

山腹斜面を構成する表層土（森林土壌）は、地表面に到達した降雨波形を流出波形に変換する緩衝機能を持つとともに、表層崩壊の発生源として位置づけられている。これらに影響を及ぼしているのが、土壌水分動態や雨水浸透現象である。その解明は表層崩壊の予測に大きく関わっており、水文学的な見地のみならず、国土保全の見地からも重要な研究課題となっている。

土壌水分動態を知る上で、土壌からの水分の損失となる蒸発散の定量化が必要となる。その中でも、樹木からの蒸散は量的に大きく、定量化の優先順位は高い。日本のように急峻な山地に生育する森林からの蒸散を計測する方法として、樹液流計測が有効であるが、その技術的困難さから未だ計測例は少なく、蒸散量のデータが非常に乏しい状況にある。

そこで、日本の主要な人工林樹種の一つであるヒノキを対象にして、樹液流計測を用いてヒノキの単木蒸散量を算定することを目的とした。そのために、まず空間的にばらつく樹液流速の計測を行い、計測手法についての検討を行った。

2. 方法

試験地は宮川流域に含まれる、三重県度会郡大紀町神原に生育するスギ・ヒノキ混交一斉林である。年平均降水量 2094 mm、一日あたりの平均最大降水量 211 mm、一時間あたりの平均最大降水量 42.5 mm という多雨地域にあたり、平均斜面勾配は約 35 度という急傾斜地となっている。スギ・ヒノキは林齢 40～50 年、平均胸高直径 16.5 cm、平均樹高 15.8 m、立木密度 2450 本 ha⁻¹ であり、下層植生はシダ類が優先している。試験地内の山地斜面に幅 3 m、斜距離 4.4 m の試験プロットを設置した。試験プロット内にはヒノキ 4 個体が含まれている。試験プロット周辺は特に間伐が不十分な状態にある。

樹液流計測は、グラニエ法を用いて行った（Granier, 1987）。用いる樹液流センサーは直径 2 mm、センサー長 2 cm の 2 本 1 組の熱電対温度計から成る。一対のセンサーを互いに 15 cm 離して樹木の辺材部に挿入する。上方のセンサーにはヒーターが内蔵されており、0.2 W の一定の熱を与え、樹液流により生じた温度差から樹液流速を下記の式に従って算出する。

$$F_d = 1.19 \times 10^2 \left(\frac{\Delta T_{\max} - \Delta T}{\Delta T} \right)^{1.23}$$

ここで、 $\Delta T_{\max}$ と ΔT はそれぞれ樹液流動の停止時と樹液流動と時の温度差（°C）、 F_d は樹液流速（cm³ m⁻² s⁻¹）である。

樹液流速には樹幹周囲方向の変動があることが報告されているので（Tsuruta et al., 2010）、樹幹周囲方向の樹液流速分布を考慮するため、斜面上部と下部 2 方向に樹液流センサーを設置した。単木あたりの樹液流量、つまり単木蒸散量 Q_t （cm³ s⁻¹）は、樹幹内の樹液流変動を考慮に入れた平均樹液流速（ F_{d_ave} ）に辺材面積 A_{S_tree}

(m^2) を乗じることにより算出される。計測されたセンサー間の温度差は、データロガー (CR1000, Campbell Scientific Inc., Logan, UT) とマルチプレクサー (AM16/32, Campbell Scientific Inc.) によって 30 秒間隔で計測し、30 分平均値を記録した。試験地内の露場において雨量、温湿度、風向、風速の気象観測を行い、試験プロット内において土壌水分の観測も行った。観測は 2011 年 3 月 1 日～10 月 11 日の期間で行い、比較的蒸散量の大きい 7 月と 8 月のデータを解析に用いた。

3. 結果と考察

晴天日の 2011 年 7 月 15 日に観測された大気飽差 (VPD) と供試木 A の F_d の日変化を図 1 に示す。VPD に追従した樹液流速の日変化が観測され、日中にピークをとった後に緩やかに減少した。また、樹幹の周囲 2 方向で樹液流速の変動が確認された。斜面上部側で計測された F_d に比べて、斜面下部側の方が 4 割程度大きかった。このような樹液流速変動を生む要因として、仮導管径や密度に規定される通水性の違いや土壌水分の不均一性などが挙げられる。なお、樹液流計測を行った 4 個体すべてにおいて、同程度の樹液流変動が確認された。そのため、 F_{d_ave} の算定には、周囲 2 方向で計測された F_d の平均値を用いた。

日平均 VPD と F_{d_ave} の関係を図 2 に示す。VPD と F_{d_ave} には飽和型の関係が認められ、VPD が約 0.6 kPa に達すると、 F_{d_ave} が一定もしくは低下する傾向にあった。また、任意の VPD における F_{d_ave} の大きさには個体間差が確認された。

4. 今後の展開

今後は、成長錘を用いた辺材面積の計測を行うことにより単木蒸散量の算定を行う。それにより、試験プロット内において高密度に観測された土壌水分量の空間的ばらつきと、それに樹木の蒸散が及ぼす影響について検討する予定である。

参考文献

Granier A (1987) Evaluation of transpiration in a Douglas-fir stand by means of sap flow measurements. *Tree Physiology* 3: 309 – 320.

Tsuruta K, Kume T, Komatsu H, Higashi N, Umebayashi T, Kumagai T, Otsuki K (2010) Azimuthal variations of sap flux density within Japanese cypress xylem trunks and their effects on tree transpiration estimates. *Journal of Forest Research* 15: 398 – 403.

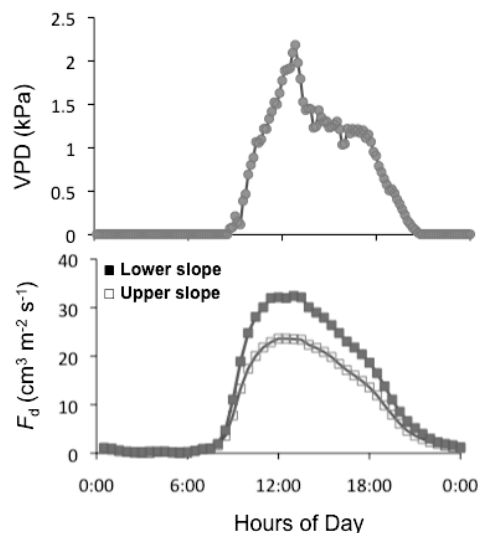


図 1. 2011 年 7 月 15 日に観測された大気飽差 (VPD) と供試木 A の樹液流速 (F_d) の日変化。 F_d のシンボルは、樹液流の計測部位の違いを表

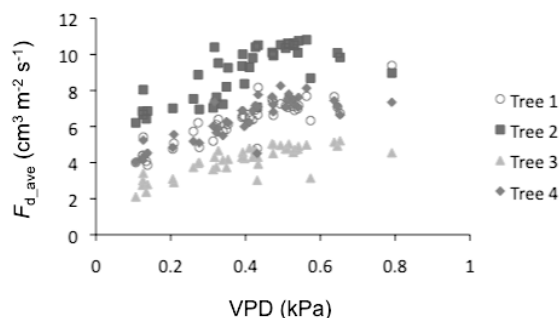


図 2. 大気飽差 (VPD) と単木平均樹液流速 (F_{d_ave}) の関係。シンボルは、供試木の違いを表す。